

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-210472

(43)Date of publication of application : 12.08.1997

(51)Int.Cl.

F24J 2/00  
H01L 31/04

(21)Application number : 08-035755

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 31.01.1996

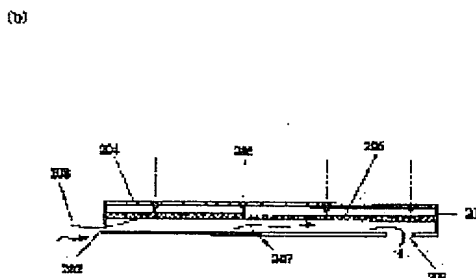
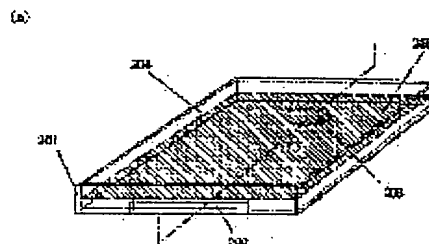
(72)Inventor : TAKADA KENJI  
MIMURA TOSHIHIKO  
FUKAE KIMITOSHI

## (54) SOLAR ENERGY COLLECTION PANEL AND PASSIVE SOLAR SYSTEM

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide sufficient volume of hot air and large quantity of electricity by providing an inlet and outlet of the liquid heating medium and a solar battery module on a box having a window on which the solar beam is incident and an heat insulation structure to efficiently heat the air.

SOLUTION: An inlet 202 and an outlet 203 through which air can be passed are provided on a box 201 of heat insulation structure, one side is a window 204 so that the solar beam 205 can be incident, a solar battery module 206 is exposed to the incident solar beam and fitted so as to split the box 201 into two parts. The solar battery module 206 absorbs the solar beam 205 and generates the heat, transfers the heat to the air 207 on the beam non-receiving surface side, and heats the air 207 flowing in from the inlet 202 to make the warm air, and the warm air flows out of the outlet 203. The solar battery module 206 naturally generates the electricity, and the generated electricity is taken out of the beam non-receiving surface side, and taken outside by a cable connector 208, etc.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

24.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-210472

(43)公開日 平成9年(1997)8月12日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
F 2 4 J 2/00			F 2 4 J 2/00	A
H 0 1 L 31/04			H 0 1 L 31/04	Q
				M

審査請求 未請求 請求項の数10 F D (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平8-35755

(22)出願日 平成8年(1996)1月31日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 高田 健司

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 三村 敏彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(72)発明者 深江 公俊

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

(74)代理人 弁理士 豊田 善雄 (外1名)

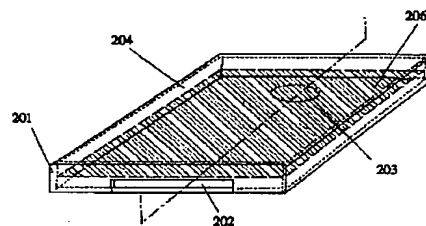
(54)【発明の名称】 集熱パネル及びパッシブソーラーシステム

(57)【要約】

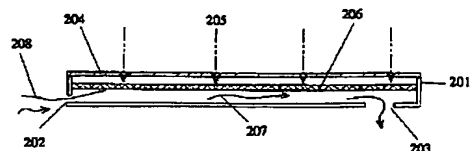
【課題】 太陽電池モジュールを熱源として用いた集熱パネルにおいて、その集熱効果を挙げる。

【解決手段】 太陽光205が入射可能な窓204を有する箱201、太陽電池モジュール206の非受光面側を経路とする空気207を箱201内に流入させるため箱201に設けられた取入れ口202、箱201に設けられた空気207を箱201内より流出させるための取出口203、箱201内の空間を2分割するように配置され、受光面側の熱抵抗より非受光面側の熱抵抗が小さい、非単結晶半導体を用いた太陽電池モジュール206よりなる集熱パネル。

(a)



(b) --- 断面図



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 少なくとも一部に太陽光が入射可能な窓を有する保温構造を有する箱：前記箱に設けられ、流体である熱媒を前記箱内に流入させるための取入れ口：前記箱に設けられ、流体である熱媒を前記箱内より流出させるための取出し口：前記箱内に配置された太陽電池モジュール：を有する集熱パネル。

【請求項2】 前記太陽電池モジュールが前記箱内の空間を2分割するように配置され、受光面側の熱抵抗より非受光面側の熱抵抗が小さいことを特徴とする請求項1に記載の集熱パネル。

【請求項3】 前記太陽電池モジュールが前記箱内の空間を2分割するように配置されており、前記熱媒が前記太陽電池モジュールの非受光面側を経路とすることを特徴とする請求項1または2に記載の集熱パネル。

【請求項4】 前記太陽電池モジュールが非単結晶半導体を用いることを特徴とする請求項1乃至3に記載の集熱パネル。

【請求項5】 前記非単結晶半導体がアモルファスシリコン半導体であることを特徴とする請求項4に記載の集熱パネル。

【請求項6】 前記太陽電池モジュールの少なくとも非受光面側が暗色系であることを特徴とする請求項1乃至5に記載の集熱パネル。

【請求項7】 前記太陽電池モジュールが非受光面側にフィンを有することを特徴とする請求項1乃至6に記載の集熱パネル。

【請求項8】 前記太陽電池モジュールが、受光面側と非受光面側のそれぞれに熱抵抗を有する断熱効果層を有し、該断熱効果層の熱抵抗が受光面側より非受光面側で小さいことを特徴とする請求項1乃至7に記載の集熱パネル。

【請求項9】 前記断熱効果層がエチレン-酢酸ビニル共重合体ポリマーで形成されていることを特徴とする請求項8に記載の集熱パネル。

【請求項10】 請求項1乃至9に記載の集熱パネルを利用したパッシブソーラーシステム。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は太陽エネルギー変換装置に関し、特に太陽電池モジュールを熱源及び電源として用いた集熱パネルに関する。

**【0002】**

【従来の技術】地球環境問題が深刻化する中で、太陽エネルギーは、火力発電、原子力発電などのように有害な副産物を生成しないクリーンエネルギーとして、近年非常に注目されるようになった。また、限りある地球上の資源に対し、枯渇することのない無限エネルギーとしても太陽光エネルギーの有効活用が望まれている。

【0003】また一方で、既存の1元型エネルギーシス

テムでは震災等の災害が起きた場合、エネルギー供給が断絶したり、またその復旧に非常に時間がかかるといった問題がある。太陽光エネルギーは晴れている地域であればエネルギーとしていつでも利用できることから、分散型の独立エネルギーとしての利用価値が高い。

【0004】これらのニーズから、住宅向けの屋根一体型エネルギー変換装置の開発が促進され、現在はその実用化が急速に進んでいる。

【0005】太陽光エネルギーの利用方法として、半導体素子を用いた太陽光発電システムや太陽光を断熱箱内に取り込み、その熱を利用して温水や温風をつくる太陽光発熱システムが挙げられる。

【0006】特に、寒冷地では熱に対する関心が高く、屋根一体型太陽光発熱システムとして光吸収がよい黒色鉄板を利用したパッシブソーラーシステムが実用化されている（特公平7-280358号公報）。

【0007】上記パッシブソーラーシステムを利用した住宅を図1を用いて説明する。概略全体を図1(a)、集熱パネルの詳細図を図1(b)に示す。

【0008】パッシブソーラーシステム住宅は、太陽熱集熱部として屋根材101と断熱材102に挟まれた空気流通路103及び集熱パネル104内の空間を確保しており、その他、熱媒である空気の取り入れ口として軒先に外気取り入れ口105、温風を住宅屋内に引き込むためのダクト106及びファン107、更に蓄熱するためのコンクリート108、室内に温風を取り入れるための吹き出し口109より構成されている。

【0009】軒先に設けられた外気取り入れ口105より進入した空気は屋根材101と断熱材102の間に形成された空気流通路103をゆっくり棟部に向けて流れる。その間、日照により昇温している屋根材101より熱を受けて昇温する。屋根材101は、一般的に日照により80～90℃になるが、外気へ放熱するため、空気流通路103の空気はせいぜい60℃くらいにしか昇温しない。また、風がある日には日照がどんなに強くても放熱が大きくなることから、空気流通路103の空気はほとんど昇温しない。

【0010】空気流通路103の空気を更に昇温させるために、棟近くに集熱パネル104を配置している。屋根直下の空気流通路103を上昇してきた空気はこの集熱パネル104内に流入する。集熱パネル104は図1(b)に示すように黒色鉄板115が受けた日照熱を外気へ放熱しないようにガラス箱117内に閉じこめた構成になっており、取り込まれた空気は黒色鉄板115から熱を受けて昇温し、80℃以上の温風になる。黒色鉄板115をガラスで覆うことで、黒色鉄板115が日照で加熱されるときに、風が吹いても冷却されずに集熱が行える。

【0011】また、集熱パネル104内の空気流通路103として黒色鉄板115の非受光面側を利用している

のは、受光面側のガラスと非受光面側のパネル底板である断熱材とでは外気への熱損失が断熱材である非受光面側の方が小さいからである。

【0012】屋根材101下の空気流通路103及び集熱パネル104で暖められた80℃以上の温風はファン107により住宅屋内に引き込まれ、ダクト106を通り床下のコンクリート108に蓄熱され、必要に応じて吹き出し口109より、その熱を利用できるようになっている。

【0013】また、ファン107を逆転することで床下の熱を外に排気することもできる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】上記システムは温風を住宅内に送り込むファンを動作するための電気が必要であり、本発明者等はその電源として太陽電池モジュールを前記屋根材に設置し、利用するシステムを以前、提案した。

【0015】しかしながら寒冷地においては、積雪により太陽電池モジュールが日影となり、システムが動作しないといった問題が発生した。

【0016】また一方で、システムが有効に動作するためには高い温度(80℃以上)の温風が必要であり、集熱パネルは屋根上には欠かす事ができなく、そのため屋根上の太陽電池設置スペースが少なくなり、例えばファン以外への余剰電力を、電力会社等に売却する系統連係を行うことができなくなる等の問題も発生した。

【0017】両者を解決する手段として、集熱パネルの中に太陽電池を設置する必要に迫られた。

【0018】そうすれば積雪しても集熱システムのファンを逆転してやれば、蓄熱されていた床下の温風で集熱パネルを暖めて融雪することができ、パネル内の太陽電池は日照を得ることが出来るし、一方で集熱パネルは通常、日射量が一番多いとされる南面の棟付近に配置されているため、その面積に太陽電池を設置できれば多大な電力も得られる。

【0019】本発明は上記課題を解決するためになされたものであり、その具体的手段を提供するものである。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記問題点を解決するためには、上記集熱パネル内に熱源として従来の黒色鉄板の代わりに太陽電池素子を設置すれば良い。

【0021】しかしながら、それだけでは解決しえない。なぜならば、熱媒に対する太陽電池素子の耐候性の確保や、そのために不活性ガス等を封入したりと様々な密封箱の気密性等の課題が多くなりかえってコスト高となり、実用的でなくなる。また太陽電池は電源であり、その絶縁性を確保しなくてはならず、太陽電池素子をそのまま用いる事で集熱パネルの絶縁性の確保といった課題も出てくる。

【0022】そこで太陽電池素子をモジュール化し、表

面保護のために樹脂等により封止した形態として用いることで上記問題を解決した。

【0023】しかしながらモジュール化したことにより、今度は樹脂の熱抵抗により、熱媒である空気への熱伝達が不十分となり、80℃以上という温風を得る事ができないといった問題が発生した。

【0024】これらの問題に対し本発明者等は鋭意検討し、本発明の集熱パネルを以下の構成をすることで、これを解決した。

【0025】(1)熱源として太陽電池モジュールを使用すること。

【0026】(2)受光面側の熱抵抗(R表)より非受光面側の熱抵抗(R裏)が小さい太陽電池モジュール構成とすること。

【0027】(3)太陽電池モジュールに非単結晶半導体を使用すること。

【0028】受光面側の熱抵抗より非受光面側の熱抵抗が良いことを特徴とした太陽電池モジュールを熱源として集熱パネル内に設置することで、熱媒として利用される太陽電池モジュール非受光面側の空気を効率よく暖める事ができた。

【0029】(1)熱源として太陽電池素子をそのまま使用するのではなく、太陽電池モジュールを使用する事で、例えば素子の耐候性を考慮して集熱パネル内に不活性ガスを充填する等の集熱パネルの厳密な気密性や、集熱パネルの空気取り入れ口にフィルター等を要求する必要がなく、また太陽電池モジュールの電源としての絶縁性を確保しやすいといった面でのメリットが大きい。

【0030】(2)具体的には太陽電池モジュールは、受光面側の熱抵抗(R表)を非受光面側の熱抵抗(R裏)より大きくする事で80℃以上の温風の安定した集熱が可能となり、住宅内で使用する温風として適温な風を得ることができた。80℃以上の温風は軒下のコンクリートの蓄熱を効率良く行え、日射のない夜間の屋内の暖房を賄えるだけの熱を昼の間に蓄熱できるに十分である。

【0031】(3)非単結晶半導体は光吸収率が結晶シリコン半導体より非常に優れている。可視光領域において1桁程良いのは公知の事実である。更に吸収された光エネルギーは電気と熱に変換されるが、光電変換効率は結晶シリコン半導体が15~25%に対して非単結晶半導体は5~15%であり、電気に変換されるエネルギー以外は熱に変換されると考えられる。

【0032】これらを考慮すれば非単結晶半導体を用いた太陽電池モジュールは結晶シリコン太陽電池モジュールよりも大きな熱を得られる事が分かる。

【0033】更に非単結晶半導体は結晶シリコン半導体よりも温度依存性が優れており、例えば、本実施例で用いたアモルファスシリコン半導体の温度特性は-0.2%/℃であり、100℃の温度上昇に対しても当初の効

率に対して20%の効率ダウンにしかない。また、高温下における特性低下が少ないのみならず、高い温度で使用する事で非単結晶半導体特有のステブラーロンスキー劣化を抑えられることが最近報告されており、トータルでは長期間に取り出せる電力の増大をもたらすことができる。

【0034】即ち、本発明は、少なくとも一部に太陽光が入射可能な窓を有する保温構造を有する箱、前記箱に設けられ、流体である熱媒を前記箱内に流入させるための取入れ口、前記箱に設けられ、流体である熱媒を前記箱内より流出させるための取出し口、前記箱内に配置された太陽電池モジュールを有する集熱パネル及び該集熱パネルを利用したパッシブソーラーシステムである。

【0035】

【発明の実施の形態】以下に本発明の集熱パネルの実施態様例について図を用いて説明する。尚、本発明はこの例に限られるものではない。

【0036】図2は本発明の太陽電池モジュールを熱源とする集熱パネルの斜視図(図2(a))とその断面図(図2(b))である。箱201に空気が通過できる取入れ口202と取出し口203が設けられている。箱201の一面は窓204になっており、太陽光205が入射できるようになっている。太陽電池モジュール206は入射光に晒され、箱201内の空間を2分割するように取り付けられている。太陽電池モジュール206は太陽光205を吸収して発熱し、非受光面側の空気207に熱量を伝える。取入れ口202より流入してきた空気207は太陽電池モジュール206により暖められて温風となり、取出し口203より流出する。ここで受光面側の空気を熱媒として利用しないのは、受光面側はガラス窓204部からの熱放熱があるため、十分な昇温ができないためである。

【0037】また太陽電池モジュール206は当然ながら発電しており、発生した電気は太陽電池モジュール206の非受光面側から取り出され、ケーブルコネクタ208等により、外部へ取り出す構成になっている。

【0038】以下に各構成材料について述べる。

【0039】(箱)箱201の材料は断熱性が高いものが好ましく、例えば、木、ポリスチレン、珪化カルシウム、発泡スチロールなどが使用できる。また箱201は気密構造とする。

【0040】(窓)窓204の材料は光透過性と断熱性が高いものが好ましく、例えば、ガラス、ポリカーボネート、ポリエチレンテレフタレート、アクリル、ナイロンなどが使用できる。

【0041】また、窓204の取り付けは箱201にゴム、シリコン、アクリル等の接着剤により取り付け、エッチカバーを設けてもよい。

【0042】(取入れ口)取入れ口202は少なくとも箱201に1つあり、空気や水などが流入できる構造で

ある。ゴミ等の混入を防ぐためのフィルターや酸性の物質を含む空気に対する化学フィルターを設けてもよい。また空気の流入量を調整できる様に絞りを設けてもよい。

【0043】(取出し口)取出し口202は少なくとも箱201に1つあり、空気や水などが流入できる構造である。ゴミ等の混入を防ぐためのフィルターや酸性の物質を含む空気に対する化学フィルターを設けてもよい。また空気の流入量を調整できる様に絞りを設けてもよい。また、住宅内に送り込む空気温度を制御するための温度計を設けてもよい。

【0044】(太陽電池モジュール)以下に、本発明の受光面側の熱抵抗より非受光面側の熱抵抗が良いことを特徴とした太陽電池モジュール206について図を用いて説明する。

【0045】図3は本発明の太陽電池モジュールの斜視図(図3(a))とその断面図(図3(b))である。図3(b)は上記太陽電池モジュール301が光起電力素子302、保護膜303、表面被覆フィルム304、裏面被覆フィルム305、裏面補強材306、充填材307より構成されていることを示している。

【0046】更に各材料及びモジュール形成方法について詳しく述べる。

【0047】a) 光起電力素子

光起電力素子302は図4に示すように、導電性基体401、裏面反射層402、半導体層403、透明導電層404、集電電極405から構成されている。

【0048】導電性基体401は光起電力素子の基板であり、発電に寄与しなかったり、反射された光以外のエネルギーを熱エネルギーにかえる熱源としての役割をしている。また非受光面の電極の役割を持つ。裏面反射層402はより多くの光起電力を得ようと光を半導体層403に反射させる役割を持つ。半導体層403は光を吸収し電気エネルギーにかえる役割を持つ。透明電極層404は受光面側の電極であり、集電電極405は透明電極404上に発生した電流を効率よく集電するための電極である。

【0049】導電性基体401としては、例えばステンレス、アルミニウム、銅、チタン、カーボンシート、亜鉛メッキ鋼板、導電層が形成されているポリイミド、ポリエステル、ポリエチレンナフタライド、エポキシ等の樹脂フィルムやガラス等のセラミックが挙げられる。

【0050】裏面反射層402としては金属層、金属酸化物層、金属層と金属酸化物の複合層が用いられる。金属の材料としては、例えばチタン、クロム、モリブデン、タングステン、アルミニウム、銀、ニッケル等が用いられる。金属酸化物材料としては、例えば酸化亜鉛、酸化チタン、酸化錫等が利用される。

【0051】金属層及び金属酸化物層の形成方法としては抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング等が

ある。

【0052】半導体層403としては、例えば非単結晶半導体、結晶シリコン、銅インジウムセレン化物、サニセラム等の化合物半導体が挙げられる。

【0053】製法としては、非単結晶半導体の場合は、例えばシランガス、ゲルマンガス、炭化水素等のプラズマCVDにより形成する。非単結晶半導体としては、例えばアモルファスシリコン、アモルファスシリコンゲルマニウム、アモルファスシリコンカーバイド、アモルファスシリコンナイトランド、更にこれらが微結晶化したマイクロクリスタル、多結晶シリコン等がある。結晶シリコンの場合は熔融シリコンのシート化、あるいは非単結晶半導体の熱処理により形成する。また、化合物半導体の場合は、例えば電子ビーム蒸着、スパッタリング、電析、印刷等により形成する。

【0054】構成としては、pin接合、pn接合、ショットキー型接合が用いられる。

【0055】透明導電層404としては、例えば酸化インジウム、酸化錫、ITO、酸化亜鉛、酸化チタン、硫酸カドミウム等が挙げられる。形成方法としては抵抗加熱蒸着、電子ビーム蒸着、スパッタリング等がある。

【0056】集電電極405としては、例えば金属であるチタン、クロム、モリブデン、タングステン、アルミニウム、銀、ニッケル、銅、錫等の導電性ペーストが用いられる。導電性ペーストは、例えばポリエステル、エポキシ、フェノール、アクリル、アルキシド、ポリビニルアセテート、ゴム、ウレタン、フェノール等のバインダーポリマーと上記金属の粉末を分散させて用いる。形成方法としては、例えばマスクによるスクリーン印刷法等がある。

【0057】b) 保護膜

保護膜303は光起電力素子302表面を保護し、複数の素子の組み上げ工程での製造歩留りを上げるため、耐スクラッチ性が必要とされる。光透性、耐候性、接着性も必要であり、材料としては、例えばアクリルシリコン、アクリル、シリコン等の樹脂を用いる。

【0058】c) 表面被覆フィルム

表面被覆フィルム304は表面を保護し絶縁性を確保する必要がある、絶縁性、透光性、耐候性、汚れが付着しにくいことが要求される。

【0059】材料としては、例えばポリエチレンテトラフルオエチレン、ポリ3フッ化エチレン、ポリフッ化ビニル等のフッ素樹脂フィルムがある。通常はフッ素樹脂フィルムは接着性が乏しいため、接着面はコロナ処理やプライマー処理を施すのが好ましい。

【0060】d) 裏面被覆フィルム

裏面被覆フィルム305には、光起電力素子302と裏面補強材306との絶縁性を確保する必要がある、絶縁性が要求される。材料としては、例えばナイロン、ポリエチレンテレフタレート等がある。また裏面被覆フィル

ム305は裏面補強材306上にコートされた一体型でも構わない。

【0061】e) 裏面補強材

裏面補強材306は太陽電池モジュールの強度を増すために場合によって使用される板状のものであり、耐候性、耐荷重性が要求される。材料としては金属の他に、例えば塗装亜鉛鋼板のような絶縁処理した金属、カーボンファイバー、FRP（ガラスファイバー強化プラスチック）、セラミック、ガラス等を用いる。

【0062】f) 充填材

充填材307は上記各材料を接着する役割があり、接着性、柔軟性、光透性、耐候性を要求される。材料としては、例えばEVA（酢酸ビニル-エチレン共重合体）、ブチラール樹脂、シリコン樹脂、エポキシ樹脂等の樹脂を使用する。また太陽電池モジュール302の耐スクラッチ性を上げるためガラス繊維を含浸したり、半導体層403を劣化させる紫外線を吸収する紫外線吸収剤を含有させてもよい。尚、充填材307は、断熱効果層としての役割も果たす。

【0063】本発明における太陽電池モジュールは上記の各材料により構成されるが、本発明の特徴は集熱パネルの熱源として樹脂等に封止された太陽電池モジュールを利用することであり、更には受光面側の熱抵抗より非受光面側の熱抵抗が良いことである。つまり非受光面への放熱が良い太陽電池モジュール熱源であり、熱媒体として利用する太陽電池モジュール非受光面側の空気を効率よく暖める事ができるのである。

【0064】そのために材料の材質と厚みを更に考慮しなければならない。

【0065】一般に放熱は伝導、対流、輻射による。そして、周囲より $\Delta t$ 温度の高い物体からの放熱量 $Q$ は、その物体の熱抵抗 $R$ とすると、

$$Q = 1/R \times \Delta t \cdots \cdots \text{式(1)}$$

と表される。これにより太陽電池モジュールが光照射時に発生する熱量、すなわち放熱する熱量 $Q$ が一定の定常状態の時、温度差 $\Delta t$ をなるべく小さくするには、熱抵抗 $R$ をできるだけ小さくすればよいことがわかる。

【0066】そのためには以下の様な原理がある。

【0067】A. 伝導による場合は伝導経路の熱伝導性が良く、伝導方向への距離が短く、伝導面積が大きい事が望ましい。

【0068】B. 対流については放射面積をできるだけ大きくする事が望ましい。

【0069】C. 輻射については表面を黒色にする事が望ましい。

【0070】本発明はこれらA、B、Cを利用したものである。

【0071】本発明の熱源である太陽電池モジュールは図3に示した通り、光起電力素子302を真の熱源として表面被覆フィルム304、表面充填材307、保護膜

303からなる表面側保護材と裏面被覆フィルム305、裏面補強材306、裏面充填材307からなる裏面側保護材により覆われている。太陽電池モジュール301の表面に対する裏面への放熱率を高めるためには、裏面側保護材の熱抵抗 $R$ （裏）を表面側保護材の熱抵抗 $R$ （表）より小さくしなければならない。つまり以下の式を満足する必要がある。

【0072】 $R$ （表） $> R$ （裏）・・・・・・式（2）

前記原理Aによれば熱伝導抵抗を下げるためには熱伝導率が小さい材料を使用する事とその膜厚はなるべく薄くする事が望ましい。

【0073】さらに熱伝達抵抗 $R$ （伝）は物質の熱伝導率 $\lambda$ と膜厚 $d$ で決まり、次のような関係がある。

【0074】

$R$ （伝） $= 1 / \lambda \times d$ ・・・・・・式（3）

これらを考慮して、使用する材料（熱伝導率）とその厚みを選択する事で式（2）を満足する様に設計する必要がある。

$$R = R \text{（伝）} + R \text{（対）} + R \text{（輻）} = (1 / \lambda \times d) + (1 / S \times k) + (1 / \gamma \times k') \text{・・・・・・式（6）}$$

本発明はこれらの原理を利用したものである。

【0079】

【実施例】以下に本発明の実施例を図を用いて詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

【0080】（実施例1）本実施例における集熱パネルは、非単結晶光起電力素子を、亜鉛メッキ鋼板上にプラスチック被覆した構成の太陽電池モジュールを熱源として用いている。更に、上記太陽電池モジュールは受光面側の熱抵抗（ $R$ 表）より非受光面側の熱抵抗（ $R$ 裏）の方が小さい。

【0081】以下に図を用い、詳細に説明する。

【0082】まず最初に太陽電池モジュールについて説明する。

【0083】最初に図5のように非単結晶光起電力基板505を作製した。洗浄した0.127mm厚の長尺ステンレス基板501上に、スパッタ法で裏面反射層502としてSiを1%含有するAl層（膜厚5000オングストローム）とZnO層（膜厚5000オングストローム）を順次形成する。次にプラズマCVD法によりSiH<sub>4</sub>とPH<sub>3</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからn型a-Si層を、SiH<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからi型a-Si層を、SiH<sub>4</sub>とBF<sub>3</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからp型微結晶μc-Si層を形成し、n層膜厚150オングストローム/i層膜厚4000オングストローム/p層膜厚100オングストローム/n層膜厚100オングストローム/i層膜厚800オングストローム/p層膜厚100オングストロームの層構成のタンデム型a-Si半導体層503を形成した。

【0084】最後に透明電極層504としてIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄

【0075】前記原理Bによれば熱対流抵抗は熱源である光起電力素子302の表面積を大きくすれば小さくする事ができる。熱対流抵抗 $R$ （対）は物質の放射面積を $S$ 、定数 $k$ を用いて表せば次のようになる。

【0076】

$R$ （対） $= 1 / S \times k$ ・・・・・・式（4）

前記原理Cによれば熱輻射抵抗を下げるには表面を黒色にするのが好ましく、太陽電池モジュール301の非受光面側を暗色系にする事で熱源である太陽電池モジュールの非受光面側への放熱が良くできる。つまり熱輻射抵抗を $R$ （輻）とすれば放射率 $\gamma$ 、定数 $k'$ を用いて次のように表される。

【0077】

$R$ （対） $= 1 / \gamma \times k'$ ・・・・・・式（5）

つまり原理A、B、Cによると熱抵抗 $R$ は式（3）、式（4）、式（5）を用いて以下の式で表される。

【0078】

膜（膜厚700オングストローム）を、O<sub>2</sub>雰囲気下でInを抵抗加熱法で蒸着することによって形成した。

【0085】次に、図6のように上記長尺の光起電力基板を縦300mm×横80mmの大きさにプレスマシンを用いて打ち抜き、複数の光起電力素子片601を作成した。しかしながら、プレスマシンにより切断された光起電力素子片601の切断面では、透明導電層504とステンレス基板501が短絡した状態になっている。

【0086】そこで次に、図7のようにこの短絡をリペアするために透明導電層701であるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極の周辺をエッチングした。ここで、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極の周辺のエッチングは、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶解するが非単結晶半導体は溶解しない選択性を持つエッチング剤（FeCl<sub>3</sub>溶液）を、各太陽電池素子の切断面よりやや内側のIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の用囲にスクリーン印刷しIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶解した後、水洗浄することにより行い、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極の素子分離部702を形成した。

【0087】さらに、図8のように正極側の集電電極を以下の手順により形成した。まずグリッド801形成は透明導電層にポリマー型銀メッキ銅ペーストをスクリーン印刷機により、パターン印刷をおこない、これを200℃±20℃に調整されたIR加熱炉により5分間の加熱をおこなった。次に同じくスクリーン印刷機で導電ペースト上にクリーム半田を印刷し、250℃±10℃に調整されたリフローオーブンで、クリーム半田を加熱溶融させた。そしてクリーム半田に含まれているフラックスを洗浄するために、イオン交換樹脂により余分なイオンを取り除いた純水を用いたシャワーに、基板ごと5分間投入し、約80℃に調整された温風を電極面にあて、5分程度乾燥させた。

【0088】次にグリッド801の集電を行うバスバー802の形成は錫メッキ銅線をグリッド801と直交させる形で配置した後、グリッド801との交点に接着性銀インク803を滴下し、150℃で30分間乾燥して、グリッド電極801と錫メッキ銅線とを接続した。その際、錫メッキ銅線とステンレス基板の端面が接触しないように、錫メッキ銅線の下にポリイミドテープ804を貼りつけた。

【0089】次に、図9のように負極側の電極を以下の手順により形成した。銅タブ901は非発電領域の一部を、グラインダーで除去してステンレス基板を露出させた後、その部分に銅箔をスポット溶接器で溶接902した。グラインダーで除去するのは透明電極層や半導体層等の高抵抗膜が存在する状態でスポット溶接を行うと、溶接時に火花が散って、製品に悪影響を及ぼす可能性が高いためである。

【0090】以上で光起電力素子の単位セルの作成が終了した。

【0091】次に、図10のように単位セル1001を1.0mmの間隔をあけて配列し、隣接する単位セル1001のバスバー1002と銅箔タブ1003とを半田付け1004することにより直列接続し、同様に13枚の単位セル1001を直列接続した。

【0092】次に、図11のように正極及び負極の端子取り出し用配線の形成を行った。正極側の配線は、13番目の単位セル1101の裏面中央部に絶縁性ポリエステルテープ1102を貼りつけた上に銅箔1103を重ね、次に、銅箔1103と裏側に向けて折り返されたバスバー1104を半田付け1105することによって行った。また、負極側の配線は1番目の単位セル1106の裏面に図11のように銅箔1107を貼り付け、次にスポット溶接された銅タブ1108を裏側に向けて折り返し銅箔1107と半田付け1109することによって行った。

【0093】以上で光起電力素子の作成が完成した。大きさは縦300mm、横1052mmの大きさである。

【0094】以上で光起電力素子の作成が完成した。次に、図12に示したような太陽電池モジュール1201を作成する。

【0095】まず最初に図13のように上記の光起電力素子1301表面に保護膜1302を形成する。アクリルシリコン原液をシンナーに溶かし（固形分80%）、シランカップリング剤を固形分に対して3%混合したものを塗料液として調合し、図13のように光起電力素子表面に均一に塗料を圧液の臍射により塗布し、80℃±3℃に調整された熱風乾燥路で5分間乾燥させた後、200℃±10℃に調整された熱風乾燥炉に移し替え、30分間硬化させる。

【0096】上記アクリルシリコンは熱伝導率が0.1

8kcal/mh℃である一般的なものを用い、厚みは100μmのものを用いた。厚みに関しては塗布できる最高膜厚を用いており、表面保護性を高めた。100μm以上塗布すると硬化中に発泡が生じ、均一な膜形成が不可能となる。

【0097】次に裏面補強材1202として亜鉛メッキ鋼板を準備する。非受光面側に暗色系の塗料がコートしてあり、熱伝導率が38kcal/mh℃であるものを用い、厚みは400μmのものを用いた。寸法は850mm×1400mmに切断した。厚みに関しては通常、屋根材として亜鉛メッキ鋼板が使用される場合の厚みである400μmのものをそのまま用いた。集熱パネル内に配置するので強度、耐荷重等の特性が必要ないため、更に薄いものを使用しても構わない。

【0098】非受光面側に暗色系の塗料がコートされているものを用いたのは太陽電池モジュール裏面側への熱の幅射を良くするためである。

【0099】裏面補強材1202の適当な位置には光起電力素子から取り出される正極、負極の端子取り出し穴を設けておく。

【0100】次に充填材11203として有機過酸化物等を配合して耐熱性を強化したEVA（エチレン-酢酸ビニル共重合ポリマー耐候性グレード）を上記裏面補強材1202の上に積層した。EVAはポリエチレン系の樹脂であるので熱伝導率は0.28kcal/mh℃であり、受光面側は市販されている230μmの樹脂の枚葉を用いた。厚みに関しては熱抵抗上は薄い方がより好ましいが、接着力を長期に渡り確保しなければならず、現在実績のある230μm厚のものを用いている。

【0101】次に裏面被覆フィルムとしてPETフィルム（ポリエチレンテレフタレート）1204を上記充填剤11203の上に積層した。PETフィルムは熱伝導率が0.18kcal/mh℃である。厚みとしては50μmのものを用いた。厚みに関しては光起電力素子と裏面補強材1202との絶縁性を確保できる最少の厚みを用いている。

【0102】次に充填材21205として耐熱性EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合ポリマー耐候性グレード）を上記裏面被覆フィルム1204の上に積層した。EVAはポリエチレン系の樹脂であるので熱伝導率は0.28kcal/mh℃であり、受光面側は市販されている230μmの樹脂の枚葉を用いた。厚みに関しては接着力を長期に渡り確保しなければならない事と光起電力素子の非受光面の凹凸が200μm程度あり、それを充填するために、現在実績のある230μm厚のものを用いている。

【0103】次に上記で作成済の保護膜1206付きの光起電力素子1207を2枚並べて、上記充填材21205の上に非受光面が裏面補強材1202側になるように積層した。



【0104】次に充填材31208として耐熱性EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合ポリマー耐候性グレード）を上記保護膜1206付きの光起電力素子1207の上に積層した。EVAはポリエチレン系の樹脂であるので熱伝導率は $0.28 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ であり、受光面側は市販されている $460 \mu\text{m}$ の樹脂の枚葉を用いた。厚みに関しては受光面側の熱抵抗を上げるために必要な膜厚を考慮した。

【0105】最後に表面被覆フィルム1209としてETFE（エチレンテトラフルオロエチレン）を上記充填材31208の上に積層した。また、表面被覆フィルム1209にはEVAとの接着性を高めるためにあらかじめ接着面にプラズマ処理が施してある。熱伝導率は $0.28 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C}$ であり、厚みは $50 \mu\text{m}$ である。厚みに関しては表面の耐スクラッチ性に必要な膜厚を用いている。

【0106】これら一体積層体を真空ラミネーターを用いて、加圧脱泡しながら、 $150^\circ\text{C}$ で充填材を溶融させ

ることにより樹脂どうしの接着を行い太陽電池モジュールを作成する。

【0107】更に裏面補強材に予め開けておいた端子取り出し穴より、ケーブルコネクタ1210等を半田付けし、正極と負極の端子を取り出す。半田付け部は絶縁性、端子引っ張り強度を持たせるために、端子箱1211内で端子台に止められており、端子箱1211内は更にシリコンシーラントにより充填した構成になっている。

【0108】上記実施例1の太陽電池モジュールの受光面側と非受光面側の熱伝導抵抗を表1に計算した。受光面側熱伝導抵抗 $2.38 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{cal}$ に対して非受光面側熱伝導抵抗は $1.93 \text{ m}^2\text{h}^\circ\text{C}/\text{cal}$ であり、受光面側の熱伝導抵抗と非受光面側の熱伝導抵抗の比が1.2である。

【0109】

【表1】

	材料	厚さ ( $\times 10^{-3} \text{ m}$ )	熱伝導率 ( $\text{kcal/mh}^\circ\text{C}$ )	熱伝導抵抗 ( $\text{mh}^\circ\text{C}/\text{cal}$ )	
表面被覆フィルム	ETFEフィルム	0.050	0.28	0.17	受光面側 2.38
充填材3	EVA	0.460	0.28	1.64	
保護膜	アクリルシリコン	0.100	0.18	0.56	
光起電力素子	熱源(a-Si)				
充填材2	EVA	0.230	0.28	0.82	非受光面側 1.93
裏面被覆フィルム	PETフィルム	0.050	0.18	0.28	
充填材1	EVA	0.230	0.28	0.82	
裏面補強材	亜鉛メッキ鋼板	0.400	38	0.01	

【0110】なお、本実施例では、熱対流抵抗に関しては太陽電池モジュールは板状であり、太陽電池モジュールの受光面側と非受光面側とも放熱面積は同面積であるため等しいと考えられる。また熱輻射抵抗に関しては太陽電池モジュールの受光面側も非受光面側も同色系であるため等しいと考えられる。

【0111】次にこの太陽電池モジュールを用いた集熱パネルについて図14を参考に説明する。

【0112】集熱パネルは光を透過する窓1406を有する箱1401、空気取り入れ口1402、空気取り出し口1403、熱源である上記太陽電池モジュール1405により構成されている。

【0113】箱1401は強度を出すため、鉄板で枠及び面を作成している。更に内部は熱を逃がさないよう

に、20mm厚の断熱材1408で被覆している。断熱材1408はポリスチレンを用いている。寸法は屋根が尺を単位とした寸法が多いため、尺寸法910mmを幅にし1500mmの長さ、80mmの高さである。内部は断熱材1408の厚み分だけ、狭くなっており、幅が870mm、長さが1460mm、深さが60mmである。

【0114】窓1406としては強化ガラスを用い、厚みが4mmのものを使用する事で、耐荷重性、断熱性を高め、外気への熱損失をできるだけ抑えた構成になっている。寸法はできるだけ多くの太陽光を得るため、890mm $\times$ 1480mmとほぼ密封箱の一面を形成している。

【0115】空気取り入れ口1402は箱1401の幅

方向の側面に位置し、太陽電池モジュール1405の非受光面側の空間と連絡できるように設けられている。寸法は30mm×300mmである。

【0116】空気取り出し口1403は箱1401の裏面であつ、空気取り入れ口1402と対向する側面の近くに位置する。寸法は直径が150mmの穴である。これは住宅屋内に温風を引き込むダクトと連結されるため、そのダクトに合わせた大きさが選択できる。また防塵フィルターが備えつけられており、住宅屋内へ塵の侵入を防いでいる。

【0117】箱1401内には太陽電池モジュール1405がガラス1406と平行に設置されており、側面の壁にLアングル1409にビス打ちし、部分的にスペーサー1410により太陽電池モジュール1405を支えている。

【0118】太陽電池モジュール1405を取りつける高さは箱1401の底面の断熱材1408より30mmとし太陽電池モジュール1405の受光面側には30mm厚の空気層ができるようにしている。空気は断熱性が高く、この空気層を確保する事で窓からの放熱を防ぐ働きをする。また非受光面側の空気層は30mmであり熱媒体となる空気体積を約38000cm<sup>3</sup>としている。

【0119】太陽電池モジュール1405で発生した電気はケーブルコネクタ1411により、空気取り入れ

口1402と空気取り出し口1403から外に取り出されている。ケーブルコネクタ1411は熱媒の中に位置することから、耐熱性のあるシリコン被覆電線を使用している。

【0120】（比較例1）本比較例における集熱パネルは、アモルファスシリコン光起電力素子を、亜鉛メッキ鋼板上にプラスチック被覆した構成の太陽電池モジュールを熱源として用いている。

【0121】更に上記太陽電池モジュールは受光面側の熱抵抗（R表）より非受光面側の熱抵抗（R裏）の方が大きい。

【0122】構成については実施例1とほぼ同じものであり、相違点は熱源として使用している太陽電池モジュールの充填材3の膜厚が230μmであるというだけである。これは従来の受光面側の熱抵抗を考慮しない場合の厚みである。

【0123】上記の太陽電池モジュールの受光面側と非受光面側の熱伝導抵抗を表2に計算した。受光面側熱伝導抵抗1.56m<sup>2</sup>h℃/calに対して非受光面側熱伝導抵抗は1.93m<sup>2</sup>h℃/calであり、受光面側の熱伝導抵抗と非受光面側の熱伝導抵抗の比が0.8である。

【0124】

【表2】

	材料	厚さ (×10 <sup>-3</sup> m)	熱伝導率 (kcal/mh℃)	熱伝導抵抗 (mh℃/cal)	
表面被覆フィルム	ETFEフィルム	0.050	0.28	0.17	受光面側 1.56
充填材3	EVA	0.230	0.28	0.82	
保護膜	アクリルシリコン	0.100	0.18	0.56	
光起電力素子	熱源(a-Si)				
充填材2	EVA	0.230	0.28	0.82	非受光面側 1.93
裏面被覆フィルム	PETフィルム	0.050	0.18	0.28	
充填材1	EVA	0.230	0.28	0.82	
裏面補強材	亜鉛メッキ鋼板	0.400	38	0.01	

【0125】なお、熱対流抵抗に関しては太陽電池モジュールは板状であり、太陽電池モジュールの受光面側と非受光面側とも放熱面積は同面積であるため等しいと考えられる。

【0126】また熱輻射抵抗に関しては太陽電池モジュールの受光面側も非受光面側も同色系であるため等しいと考えられる。

【0127】（比較例2）本比較例の集熱パネルは金属

板を熱源として用いている。

【0128】更に上記金属板は受光面側の熱抵抗（R表）と非受光面側の熱抵抗（R裏）が同じである鋼板を熱源とするものである。

【0129】構成については比較例2は従来の太陽電池モジュールを熱源として使用しない場合の集熱パネルであり、実施例1及び比較例1の太陽電池モジュールに用いられた裏面補強材と同じものを使用した。

【0130】熱伝導抵抗は実施例1のように熱源を樹脂封止していないためほとんどないと考えられる。

【0131】また熱対流抵抗に関しては金属板は板状であり、金属の受光面側と非受光面側とも放熱面積は同面積であるため等しいと考えられる。

【0132】また熱輻射抵抗に関しては金属の受光面側も非受光面側も同色系であるため等しいと考えられる。

【0133】(実施例2)本実施例における集熱パネルは、非単結晶光起電力素子を、ガラス上にプラスチック被覆した構成の太陽電池モジュールを熱源として用いている。

【0134】更に上記太陽電池モジュールは受光面側の熱抵抗(R表)が非受光面側の熱抵抗(R裏)より非常に大きい太陽電池モジュールである。

【0135】以下に図を用い、詳細に説明する。

【0136】まず最初に太陽電池モジュールについて説明する。

【0137】最初に図5のように非単結晶光起電力基板505を作製した。洗浄した0.127mm厚の長尺ステンレス基板501上に、スパッタ法で裏面反射層502としてSiを1%含有するAl層(膜厚5000オングストローム)とZnO層(膜厚5000オングストローム)を順次形成する。次にプラズマCVD法によりSiH<sub>4</sub>とPH<sub>3</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからn型a-Si層を、SiH<sub>4</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからi型a-Si層を、SiH<sub>4</sub>とBF<sub>3</sub>とH<sub>2</sub>の混合ガスからp型微結晶μc-Si層を形成し、n層膜厚150オングストローム/i層膜厚4000オングストローム/p層膜厚100オングストローム/n層膜厚100オングストローム/i層膜厚800オングストローム/p層膜厚100オングストロームの層構成のタンデム型a-Si半導体層503を形成した。

【0138】最後に透明電極層504としてIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>薄膜(膜厚700オングストローム)を、O<sub>2</sub>雰囲気下でInを抵抗加熱法で蒸着することによって形成した。

【0139】次に、図6のように上記長尺の光起電力基板を縦300mm×横80mmの大きさをプレスマシンを用いて打ち抜き、複数の光起電力素子片601を作成した。しかしながら、プレスマシンにより切断された光起電力素子片601の切断面では、透明導電層504とステンレス基板501が短絡した状態になっている。

【0140】そこで次に、図7のようにこの短絡をリペアするために透明導電層701であるIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極の周辺をエッチングした。ここで、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極の周辺のエッチングは、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶解するが非単結晶半導体は溶解しない選択性を持つエッチング剤(FeCl<sub>3</sub>溶液)を、各太陽電池素子の切断面よりやや内側のIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の用囲にスクリーン印刷しIn<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を溶解した後、水洗浄することにより行い、In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>電極の素子分離部702を形成した。

【0141】さらに、図8のように正極側の集電電極を以下の手順により形成した。まずグリッド801形成は透明導電層にポリマー型銀メッキ銅ペーストをスクリーン印刷機により、パターン印刷をおこない、これを200℃±20℃に調整されたIR加熱炉により5分間の加熱をおこなった。次に同じくスクリーン印刷機で導電ペースト上にクリーム半田を印刷し、250℃±10℃に調整されたりフローオープンで、クリーム半田を加熱溶解させた。そしてクリーム半田に含まれているフラックスを洗浄するために、イオン交換樹脂により余分なイオンを取り除いた純水を用いたシャワーに、基板ごと5分間投入し、約80℃に調整された温風を電極面にあて、5分程度乾燥させた。

【0142】次にグリッド801の集電を行うバスバー802の形成は錫メッキ銅線をグリッド801と直交させる形で配置した後、グリッド801との交点に接着性銀インク803を滴下し、150℃で30分間乾燥して、グリッド電極801と錫メッキ銅線とを接続した。その際、錫メッキ銅線とステンレス基板の端面が接触しないように、錫メッキ銅線の下にポリイミドテープ804を貼りつけた。

【0143】次に、図9のように負極側の電極を以下の手順により形成した。銅タブ901は非発電領域の一部を、グラインダーで除去してステンレス基板を露出させた後、その部分に銅箔をスポット溶接器で溶接902した。グラインダーで除去するのは透明電極層や半導体層等の高抵抗膜が存在する状態でスポット溶接を行うと、溶接時に火花が散って、製品に悪影響を及ぼす可能性が高いためである。

【0144】以上で光起電力素子の単位セルの作成が終了した。

【0145】次に、図10のように単位セル1001を1.0mmの間隔をあけて配列し、隣接する単位セル1001のバスバー1002と銅箔タブ1003とを半田付け1004することにより直列接続し、同様に13枚の単位セル1001を直列接続した。

【0146】次に、図11のように正極及び負極の端子取り出し用配線の形成を行った。正極側の配線は、13番目の単位セル1101の裏面中央部に絶縁性ポリエステルテープ1102を貼りつけた上に銅箔1103を重ね、次に、銅箔1103と裏側に向けて折り返されたバスバー1104を半田付け1105することによって行った。また、負極側の配線は1番目の単位セル1106の裏面に図11のように銅箔1107を貼り付け、次にスポット溶接された銅タブ1108を裏側に向けて折り返し銅箔1107と半田付け1109することによって行った。

【0147】以上で光起電力素子の作成が完成した。大きさは縦300mm、横1052mmの大きさである。

【0148】以上で光起電力素子の作成が完成した。次に、図15に示したような太陽電池モジュール1501を作成する。

【0149】まず最初に図13のように上記の光起電力素子1301表面に保護膜1302を形成する。アクリルシリコン原液をシンナーに溶かし（固形分80%）、シランカップリング剤を固形分に対して3%混合したものを塗料液として調合し、図13のように光起電力素子表面に均一に塗料を圧液の臍射により塗布し、80℃±3℃に調整された熱風乾燥路で5分間乾燥させた後、200℃±10℃に調整された熱風乾燥炉に移し替え、30分間硬化させる。

【0150】上記アクリルシリコンは熱伝導率が0.18kcal/mh℃である一般的なものを用い、厚みは100μmのものを用いた。厚みに関しては塗布できる最高膜厚を用いており、表面保護性を高めた。100μm以上塗布すると硬化中に発泡が生じ、均一な膜形成が不可能となる。

【0151】次に表面被覆材1502としてガラス板を準備する。熱伝導率1.1kcal/mh℃で、厚みは4mmの強化ガラス（パイレックス）を用いた。寸法は850mm×1400mmに切断した。

【0152】次に充填材11503として有機過酸化物等を配合して耐熱性を強化したEVA（エチレン-酢酸ビニル共重合ポリマー耐候性グレード）を上記表面被覆材1502の上に積層した。EVAはポリエチレン系の樹脂であるので熱伝導率は0.28kcal/mh℃であり、受光面側は市販されている460μmの樹脂の枚葉を用いた。

【0153】次に上記で作成済の保護膜1504付きの光起電力素子1507を2枚並べて、上記充填材11503の上に受光面をガラス板1502側に向けて積層した。

【0154】次に充填材21505として耐熱性EVA（エチレン-酢酸ビニル共重合ポリマー耐候性グレード）を上記保護膜1504付きの光起電力素子1507の上に積層した。EVAはポリエチレン系の樹脂であるので熱伝導率は0.28kcal/mh℃であり、受光面側は市販されている460μmの樹脂の枚葉を用いた。

【0155】次に裏面被覆フィルムとしてPETフィルム（ポリエチレンテレフタレート）1506を上記充填剤21505の上に積層した。PETフィルムは熱伝導率が0.18kcal/mh℃である。厚みとしては100μmのものを用いた。厚みに関しては光起電力素子の裏面への絶縁性、耐スクラッチ性を確保できる最少の厚みを用いている。

【0156】これら一体積層体を真空ラミネーターを用いて、加圧脱泡しながら、150℃で充填材を溶融させることにより樹脂どうしの接着を行い太陽電池モジュールを作成する。

【0157】最後に裏面のPETフィルムから端子を取り出すため、ケーブルコネクタ1509等を半田付けし、正極と負極の端子を取り出す。半田付け部は絶縁性、端子引っ張り強度を持たせるために、端子箱1508内で端子台に止められており、端子箱1508内は更にシリコンシーラントにより充填した構成になっている。

【0158】上記実施例2の太陽電池モジュールの受光面側と非受光面側の熱伝導抵抗を表3に計算した。受光面側熱伝導抵抗3000m<sup>2</sup>h℃/cal以上に対して非受光面側熱伝導抵抗は1.93m<sup>2</sup>h℃/calであり、受光面側の熱伝導抵抗と非受光面側の熱伝導抵抗の比が約2500である。

【0159】

【表3】

	材料	厚さ (×10 <sup>-3</sup> m)	熱伝導率 (kcal/mh℃)	熱伝導抵抗 (mh℃/cal)	
表面被覆材	ガラス	4000	1.10	3636	受光面側 3638.2
充填材1	EVA	0.46	0.28	1.64	
保護膜	アクリルシリコン	0.10	0.18	0.56	
光起電力素子	熱源(a-Si)				
充填材2	EVA	0.23	0.28	0.82	非受光面側 1.46
裏面被覆フィルム	PETフィルム	0.10	0.18	0.56	

【0160】なお、本実施例においては、熱対流抵抗に関しては太陽電池モジュールは板状であり、太陽電池モジュールの受光面側と非受光面側とも放熱面積は同面積であるため等しいと考えられる。また熱輻射抵抗に関しては太陽電池モジュールの受光面側も非受光面側も同色

系であるため等しいと考えられる。

【0161】次にこの太陽電池モジュールを用いた集熱パネルについて図14を参考に説明する。

【0162】集熱パネルは光を透過する窓1406を有する箱1401、空気取り入れ口1402、空気取り出

し口1403、熱源である上記太陽電池モジュール1405により構成されている。

【0163】箱1401は強度を出すため、鉄板で枠及び面を作成している。更に内部は熱を逃がさないように、20mm厚の断熱材1408で被覆している。断熱材1408はポリスチレンを用いている。寸法は屋根が尺を単位とした寸法が多いため、尺寸法910mmを幅にし1500mmの長さ、80mmの高さである。内部は断熱材1408の厚み分だけ、狭くなっており、幅が870mm、長さが1460mm、深さが60mmである。

【0164】窓1406としては強化ガラスを用い、厚みが4mmのものを使用する事で、耐荷重性、断熱性を高め、外気への熱損失をできるだけ抑えた構成になっている。寸法はできるだけ多くの太陽光を得るため、890mm×1480mmとほぼ密封箱の一面を形成している。

【0165】空気取り入れ口1402は箱1401の幅方向の側面に位置し、太陽電池モジュール1405の非受光面側の空間と連絡できるように設けられている。寸法は30mm×300mmである。

【0166】空気取り出し口1403は箱1401の裏面であつ、空気取り入れ口1402と対向する側面の近くに位置する。寸法は直径が150mmの穴である。これは住宅屋内に温風を引き込むダクトと連結されるため、そのダクトに合わせた大きさが選択できる。また防塵フィルターが備えつけられており、住宅屋内へ塵の侵入を防いでいる。

【0167】箱1401内には太陽電池モジュール1405がガラス1406と平行に設置されており、側面の壁にLアングル1409にシリコンシーラントで接着し、部分的にスペーサー1410により太陽電池モジュール1405を支えている。

【0168】太陽電池モジュール1405を取りつける高さは箱1401の底面の断熱材1408より30mmとし太陽電池モジュール1405の受光面側には30m

m厚の空気層ができるようにしている。空気は断熱性が高く、この空気層を確保する事で窓からの放熱を防ぐ働きをする。また非受光面側の空気層は30mmであり熱媒体となる空気体積を約38000cm<sup>3</sup>としている。

【0169】太陽電池モジュール1405で発生した電気はケーブルコネクター1411により、空気取り入れ口1402と空気取り出し口1403から外に取り出されている。ケーブルコネクター1411は熱媒の中に位置することから、耐熱性のあるシリコン被覆電線を使用している。

【0170】尚、本例では一度、ステンレス基板上に形成した太陽電池をガラスに封止する方法をとったが、直接ガラスに非単結晶半導体を形成して、太陽電池モジュールとして使用することができることは言うまでもない。

【0171】（実施例3）本実施例は、非単結晶光起電力素子を使用し非受光面側にフィンを設けた亜鉛メッキ鋼板上にプラスチック被覆した構成の太陽電池モジュールを熱源として用いた集熱パネルである。

【0172】構成については実施例1における太陽電池モジュールの裏面側にフィンを取りつけた構成であり、厚み0.4mmの黑色鉄板を幅20mm、長さ1000mmに切断し、5cm間隔で太陽電池モジュール非受光面の中心付近に10枚取りつけた。

【0173】（比較実験）実施例1、比較例1、比較例2、実施例2、実施例3のそれぞれの集熱パネルの集熱特性を比較するために、屋外暴露テストを行った。設置条件は同条件（南向き、設置角度28.6°）で、空気温度の測定点は空気取り出し口とした。なお空気の流量は、60m<sup>2</sup>/hourで60℃の外気を流入させている。

【0174】その結果を表4に示す。なお、測定地は京都で真夏の快晴日に行った。

【0175】

【表4】

形態	熱源の 受光面側と非受光面側の 熱伝導抵抗の比	空気取り出し口の 空気温度(℃)
実施例1	1.2	88
比較例1	0.8	78
比較例2	1.0	80
実施例2	2500以上	96
実施例3	1.2	92

【0176】結果によれば、本発明における実施例1の集熱パネルが、従来の黒色鉄板を熱源として用いていた集熱パネルと同等の集熱効果が得られる事がわかる。また比較例1の太陽電池モジュールは熱抵抗が受光面側の方が低い設計であるため、つまり受光面側への放熱が比較的大きくなるため、熱媒である非受光面側の空気を十分に昇温できていない事がわかる。

【0177】更に実施例2の集熱パネルは従来の黒色鉄板を熱源として用いていた集熱パネルよりも高い集熱効果を示しており、熱源として受光面側の熱抵抗を非受光面側より高める事が、集熱効果を上げる事を示している。

【0178】また熱源の非受光面側への熱伝導を高める方法として、表面積を大きくするフィンが効果的である事も、実施例3の結果から分かる。

【0179】

【発明の効果】熱源として受光面側の熱抵抗より非受光面側の熱抵抗を小さくした太陽電池モジュールを用いた集熱パネルは熱媒である太陽電池モジュールの非受光面側の空気を効率よく暖めることが可能となった。さらに本発明の集熱パネルを利用したパッシブソーラーシステムは80℃以上の十分な温風を得る事ができた。

【0180】また太陽電池素子でなく樹脂で封止した太陽電池モジュールを集熱パネルの熱源として使用することで、太陽電池素子の耐候性を考慮したり、集熱パネルの絶縁性を考慮したりする必要がなくなるため、低コストで安全な集熱パネルを提供できた。

【0181】さらに電源としても、太陽電池モジュールを集熱パネルの中に設置する事ができるため、パッシブソーラーシステム住宅の屋根全面積を太陽電池モジュールで敷き詰められ、その結果より大きな電気量が得られ

るようになった。これによりシステム用の電源だけでなく、電力会社へ電気の売却も可能となり、一層充実したパッシブソーラーシステムを提供できた。

【0182】また寒冷地における積雪問題も集熱パネル内に太陽電池モジュールを設置する事が可能になったので、太陽電池モジュールが発電しないといった問題は解消した。

【図面の簡単な説明】

【図1】パッシブソーラーシステム住宅を表す概略図。

【図2】太陽電池モジュールを熱源とした集熱パネルを表す図。

【図3】太陽電池モジュールの実施態様例を表す図。

【図4】光起電力素子の実施態様例を表す断面図。

【図5】実施例の光起電力基板の断面図。

【図6】実施例の光起電力素子片の上面図。

【図7】実施例のエッチング後の光起電力素子片の上面図。

【図8】実施例の集電電極の形成後の光起電力素子片の上面図。

【図9】実施例の負極電極の形成後の光起電力素子片の上面図。

【図10】実施例の単位セルを直列接続した光起電力素子の上面図。

【図11】実施例の正極及び負極の端子取り出し部形成後の光起電力素子の上面図。

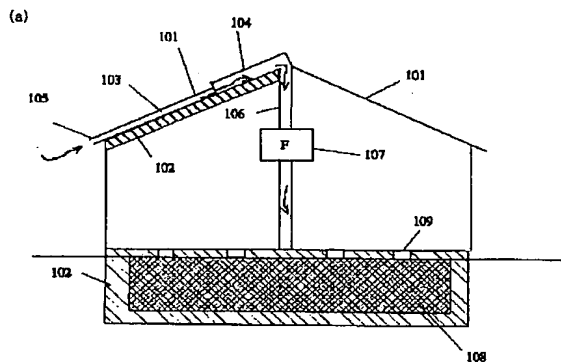
【図12】実施例1の太陽電池モジュールを表す図。

【図13】実施例の保護膜形成後の光起電力素子の上面図。

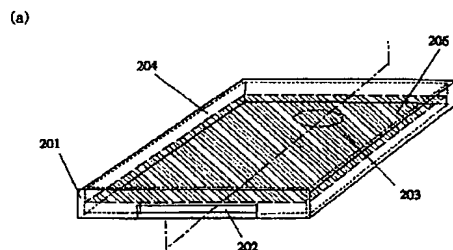
【図14】実施例1及び実施例2の集熱パネルを表す図。

【図15】実施例2の太陽電池モジュールを表す図。

【図 1】

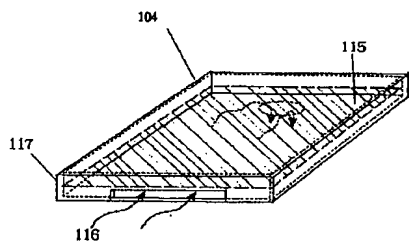


【図 2】



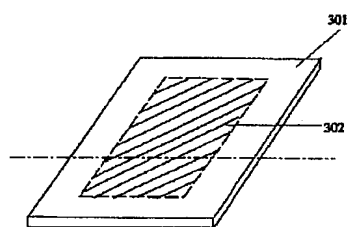
(b) ——— 断面図

(b)

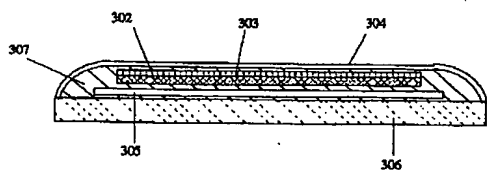


【図 3】

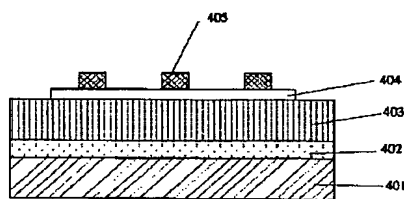
(a)



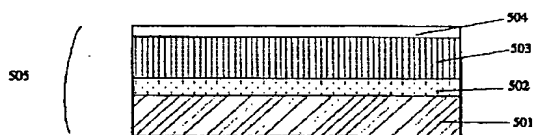
(b) ——— 断面図



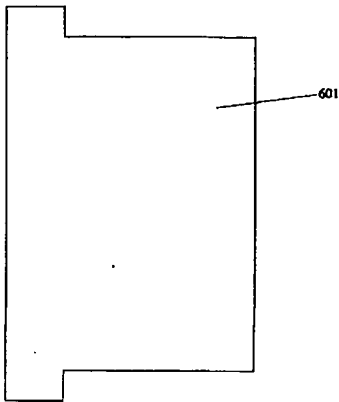
【図 4】



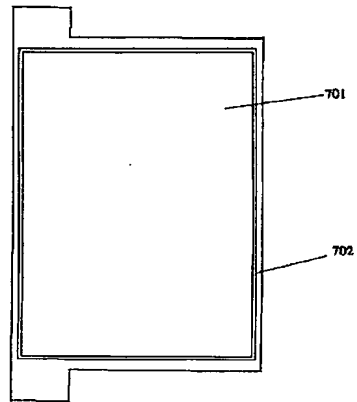
【図 5】



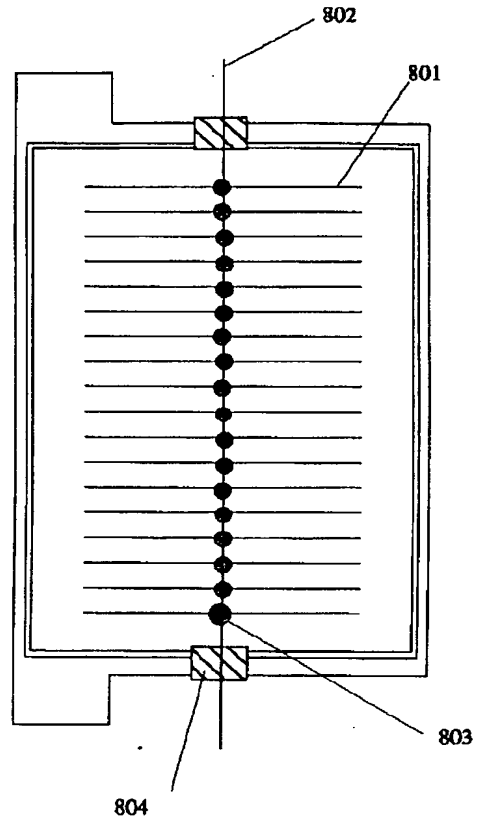
【図 6】



【図 7】

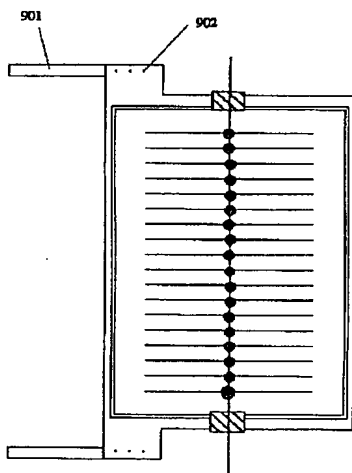


【図 8】

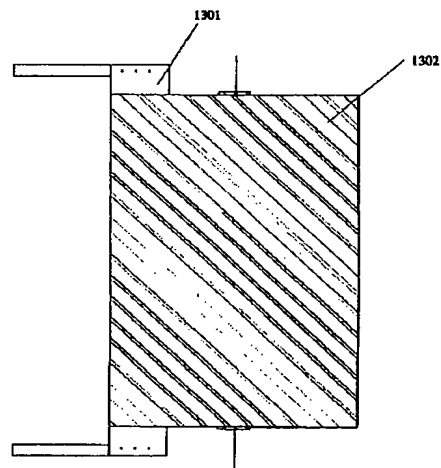


【図 9】

(単位セル)

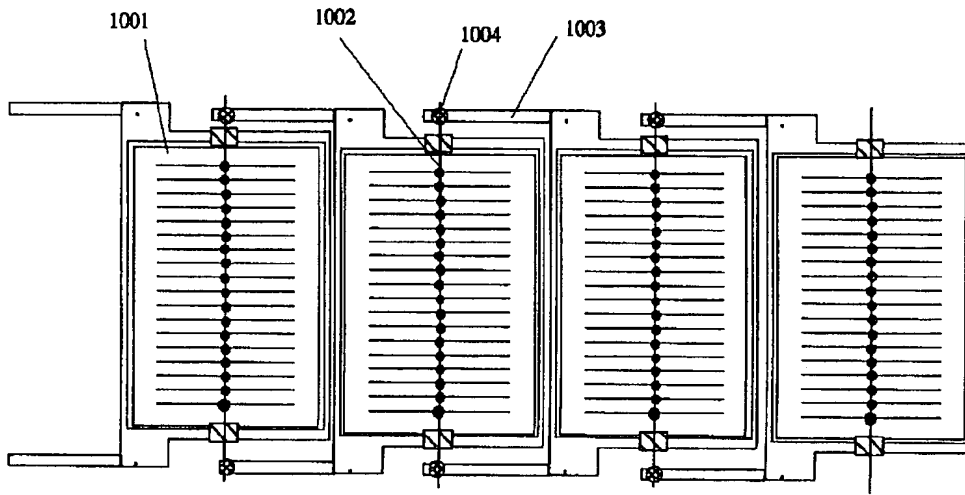


【図 13】

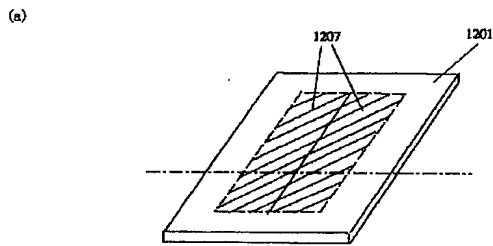




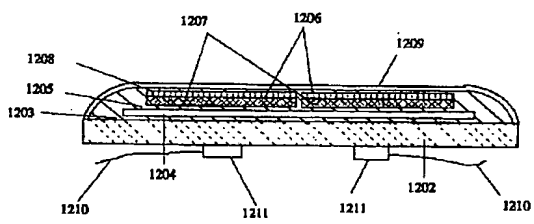
【図 10】



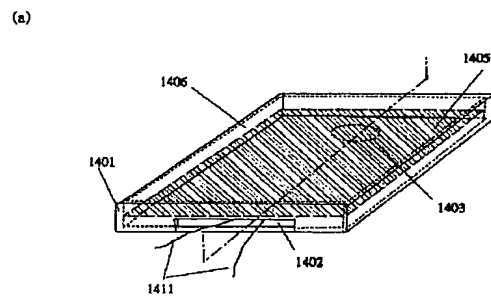
【図 12】



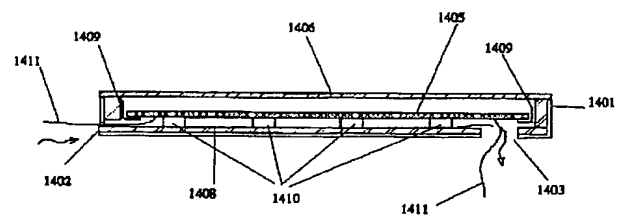
(b) ——— 断面図



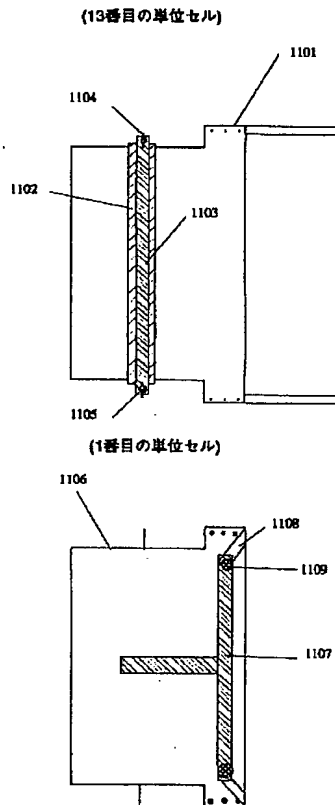
【図 14】



(b) ——— 断面図



【図 11】



【図 15】

